

Модифицированный мелкозернистый бетон для монолитного строительства в условиях Нижне-Волжского региона

А.В. Положнов, В.И. Чурикова, Д.А. Нежинцов

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград

Аннотация: Строительные материалы являются классическими композитами с гетерогенной и многофазной структурой. В их состав вводятся компоненты - промышленные отходы. На основании авторских разработок, модифицирование мелкозернистого бетона минеральными добавками на основе промышленных отходов Нижне-Волжского региона как активаторов твердения и наполнителей бетонных композиций приводит к повышению прочности при сжатии. Модифицированный компонентами промышленных отходов мелкозернистый бетон (строительная композиция) получит широкое распространение благодаря своим архитектурно-строительным свойствам, повышенным физико-механическим характеристикам, универсальности и доступной сырьевой базы в Нижне –Волжском регионе, что экономически и экологически оправдано. Сделан вывод о том, что модифицированный компонентами промышленных отходов мелкозернистый бетон (строительная композиция) перспективен на всех этапах строительства зданий и сооружений.

Ключевые слова: модифицированный мелкозернистый бетон, свойства, прочность, добавка, экологичность, промышленные отходы.

Перспективным и необходимым направлением развития и совершенствования строительства в целом являются инновации, как в технологии строительного производства, так и в технологии строительных композиционных материалов. При этом необходимо учитывать факторы, изучающие организационные принципы строительства, такие, как:

- социально-экономические аспекты;
- особенности ландшафтной застройки;
- особенности инфраструктуры;
- особенности климата;
- наличие местных строительных материалов.

Портландцементный бетон является предпочтительным материалом для строительства большого количества разнообразных конструкций в современном мире [1]. Это объясняется главным образом низкой стоимостью материалов для бетонных конструкций, а также низкими затратами на

техническое обслуживание. Многие достижения в технологии производства бетона произошли в результате двух движущих сил, а именно - скорости строительства и долговечности бетона.

Среди последних достижений выделяется разработка суперпластифицированных бетонных смесей, которые обеспечивают очень высокую текучесть при относительно низком содержании воды. Затвердевший бетон благодаря своей низкой пористости, как правило, характеризуется высокой прочностью и долговечностью [2]. Без макродефектов цементы и химически связанная керамика являются примерами альтернативных технологических подходов к получению изделий с низкой пористостью и высокой прочностью. Для конкретной цели увеличения срока службы железобетонных конструкций, подверженных воздействию агрессивных сред, одними из наиболее известных технологических решений являются использование ингибирующих коррозию добавок, армированной стали с эпоксидным покрытием и катодной защиты.

В настоящее время появилась третья движущая сила в дополнение к скорости строительства и долговечности, а именно - экологичность промышленных материалов, которая становится все более важной при оценке технологий на будущее [3, 4].

Преимуществами бетона являются [5]:

- Экономичность. Бетон является самым недорогим и наиболее легкодоступным материалом в мире. Это позволяет производить бетон по всему миру по очень низкой цене для местных рынков, тем самым избегая транспортных расходов и связанных с ними выбросов углерода, характерных для большинства других материалов.
- Бетон – это материал, отверждаемый при температуре окружающей среды.

- Пластичность: бетон может быть отлит в самых различных конфигурациях..
- Энергоэффективность. По сравнению со сталью, потребление энергии при производстве бетона низкое. Энергия, необходимая для производства обычного бетона, составляет всего 450-750 кВтч/т, а для производства железобетона - 800-3200 кВтч/т. в то время как для производства конструкционной стали требуется более 8000 кВтч/т.
- Водостойкость. В отличие от древесины и стали, бетон может затвердевать в воде и выдерживать воздействие воды без серьезных повреждений.
- Устойчивость к высоким температурам: бетон медленно проводит тепло и может накапливать значительное количество тепла из окружающей среды.
- Способность к переработке и использованию вторичного сырья для производства.
- Совместимость со стальными конструкциями, так как бетон имеет такое же значение коэффициента теплового расширения, как и сталь.

Особенности гражданского строительства и жилищного домостроения в Нижне-Волжском регионе, обусловлены следующими факторами:

- перепады температур;
- зоны сухого жаркого климата;
- количество осадков;
- сила и направление ветров.

В Нижне-Волжском регионе значительны потребности в строительстве промышленных и гражданских зданий и сооружений из монолитного бетона. Решение современных строительных задач требует активного применения новых строительных материалов, производство которых основано на новых

технологиях [6]. К таким материалам с уверенностью можно отнести модифицированный мелкозернистый бетон [7].

Цель работы – рекомендационный анализ применения в качестве строительных материалов для промышленных и гражданских зданий и сооружений модифицированных мелкозернистых бетонов. В работе [8] показано, что использование мелкозернистого бетона экономически целесообразно в различных областях применений. В работе [9] исследуются добавки в виде техногенных отходов, в [10] – минеральные добавки, в [11] – добавки в виде боя стекла. В работах [12, 13] проанализировано влияние добавок-модификаторов в бетонные композиции. Показано, что такое технологическое решение может обеспечить оптимальные конструкционные показатели и более того, бетон приобретает новые свойства.

В данной работе в качестве добавок-модификаторов предложено использовать компоненты промышленных отходов предприятий Нижне-Волжского региона: отходы металлургического производства (шлак), отходы производства абразивного инструмента (обточка), отходы производства абразивных материалов (шламы), отходы подшипникового производства (шламы), отходы производства стеклянной тары (стеклянный бой). Это отлично согласуется с общемировой тенденцией «третьей движущей силы», описанной ранее, а именно экологичности производства.

Были исследованы свойства мелкозернистого бетона при условии модифицирования его состава минеральными добавками на основе промышленных отходов Нижне-Волжского региона: 1) отходы производства абразивного инструмента (обточка); 2) отходы подшипникового производства (шламы); 3) отходы производства стеклянной тары (стеклянный бой). Результаты приведены на рис. 1.

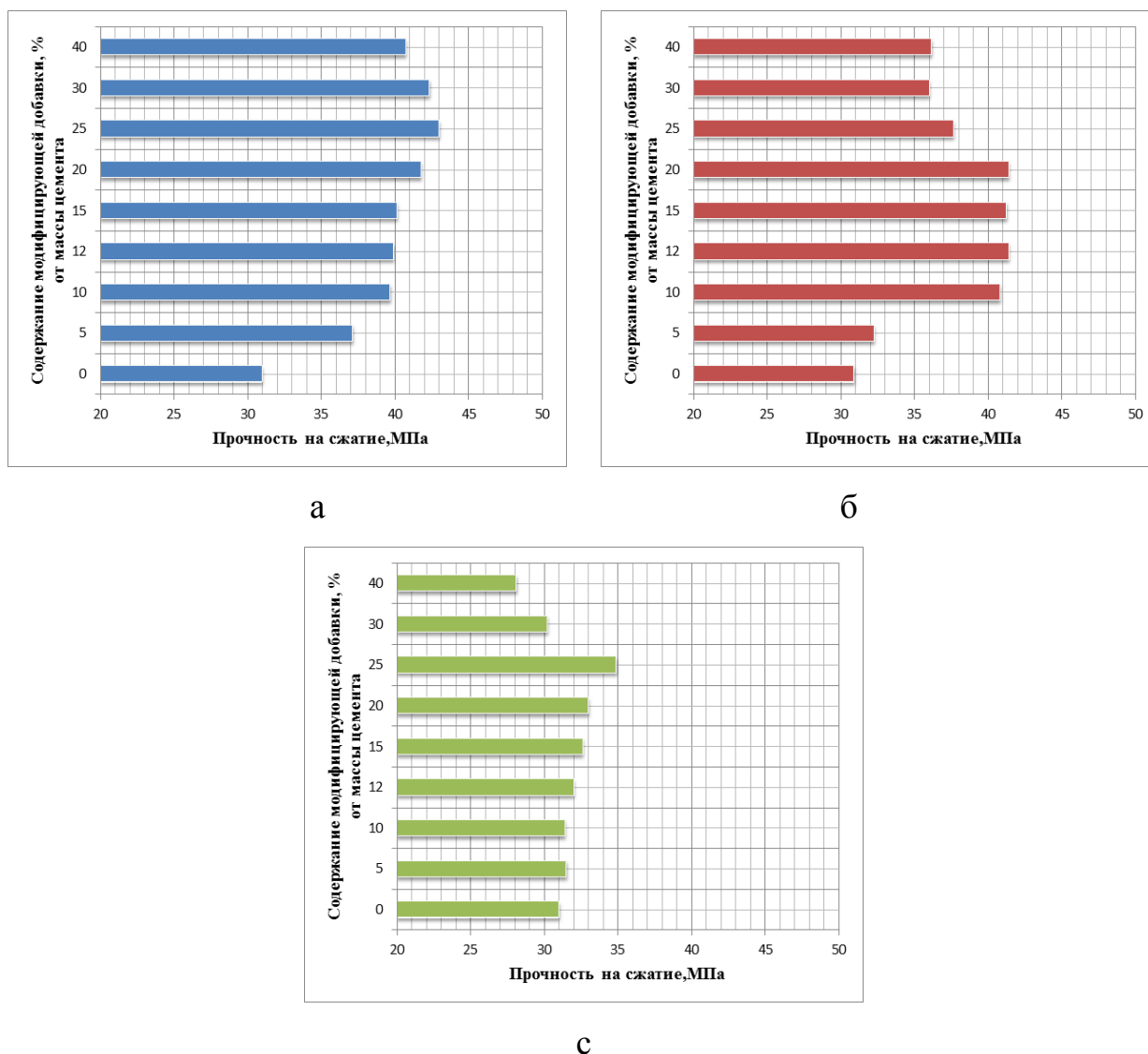


Рис. 1. – Влияние содержания модификатора на прочность бетона. Типы добавок: а - отходы производства абразивного инструмента (обточка); б - отходы подшипникового производства (шламы); в - отходы производства стеклянной тары (стеклянный бой)

Добавки использовались как активаторы твердения и наполнители бетонных композиций. Из рис. 1 видно, что использование различных модификаторов приводит к повышению прочности при сжатии. Следует отметить, что для каждого типа добавки имеется оптимальный режим, когда прочность максимальна. Это величины порядка 25% для отходов

производства абразивного инструмента, 10-20% для отходов подшипникового производства и 25% для отходов производства стеклянной тары. Дальнейшее увеличение процента добавки приводит к снижению прочностных характеристик. В целом, оптимальный процент можно определить, как 20-25%.

Таким образом, исходя из анализа научно-технической литературы, представляющей разработки российских строителей-технологов и авторские разработки, можно сделать вывод о том, что модифицированный компонентами промышленных отходов мелкозернистый бетон (строительная композиция) получит широкое распространение благодаря своим архитектурно-строительным свойствам, повышенным физико-механическими характеристиками, универсальности и доступной сырьевой базе в Нижне-Волжском регионе, что экономически и экологически оправдано.

Литература

1. Li Z., Zhou X., Ma H., Hou D. Advanced concrete technology. John Wiley & Sons, 2022. 612 с.
2. Okamura H., Ouchi M. Self-compacting concrete // Journal of advanced concrete technology. 2003. Т. 1. №1. С. 5-15.
3. Shima H., Tateyashiki H., Matsushashi R., Yoshida Y. An advanced concrete recycling technology and its applicability assessment through input-output analysis // Journal of advanced concrete technology. 2005. Т. 3. №1. С. 53-67.
4. Xiao J., Lu D., Ying J. Durability of recycled aggregate concrete: an overview // Journal of Advanced Concrete Technology. 2013. Т. 11. №12. С. 347-359.
5. Newman J., Choo B. S. (ed.). Advanced concrete technology set. Elsevier, 2003. 1088 с.

6. Бирюков В.С., Смирнов А.С., Тамбовцев А.М., Чередниченко Т.Ф. Тенденции современного строительства: самовосстанавливающийся бетон // Инженерный вестник Дона, 2022, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/7457.

7. Ляшенко Д.А., Перфилов В.А., Весова Л.М. Мелкозернистый наномодифицированный бетон // Инженерный вестник Дона, 2022, №10. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2022/7928.

8. Баженов Ю.М. Высококачественный тонкозернистый бетон // Строительные материалы. 2000. № 2. С. 24-25.

9. Борисов, А.А. О возможности использования дисперсных техногенных отходов в мелкозернистых бетонах // Строительные материалы. 2004. №8. С. 39-39.

10. Майорова Л.С., Акчурин Т.К. Вибропрессованные мелкозернистые бетоны модифицированные добавками органо-химических и минеральных отходов // Вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительство и архитектура. 2007. №7(26). С. 155-160.

11. Соломатов В.И., Ерофеев В.Т. Структурообразование и свойства композитов на основе боя стекла // Известия Вузов. Строительство. 2000. №9. С. 16-22.

12. Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. Модифицированные бетоны двойного структурообразования. Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2017. 110 с.

13. Павлов В.Ф. Способ вовлечения в производство строительных материалов промышленных отходов. // Строительные материалы. 2003. №8. С. 28-30.

References

1. Li Z., Zhou X., Ma H., Hou D. Advanced concrete technology. John Wiley & Sons, 2022. 612 p.



2. Okamura H., Ouchi M. Journal of advanced concrete technology. 2003. V. 1. №1. pp. 5-15.
3. Shima H., Tateyashiki H., Matsuhashi R., Yoshida Y. Journal of advanced concrete technology. 2005. V. 3. №1. pp. 53-67.
4. Xiao J., Lu D., Ying J. Journal of Advanced Concrete Technology. 2013. V. 11. №12. pp. 347-359.
5. Newman J., Choo B.S. (ed.). Advanced concrete technology set. Elsevier, 2003. 1088 p.
6. Biryukov V.S., Smirnov A.S., Tambovtsev A.M., Cherednichenko T.F. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/7457.
7. Lyashenko D.A., Perfilov V.A., Vesova L.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, №10. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2022/7928.
8. Bazhenov Yu.M. Stroitel'nye materialy. 2000. № 2. pp. 24-25.
9. Borisov, A.A. Stroitel'nye materialy. 2004. №8. pp. 39-39.
10. Mayorova L.S., Akchurin T.K. Vestnik VolgGASU. Ser.: Stroitel'stvo i arkhitektura. 2007. №7(26). pp. 155-160.
11. Solomatov V.I., Erofeev V.T. Izvestiya Vuzov. Stroitel'stvo. 2000. №9. pp. 16-22.
12. Bazhenov Yu.M., Alimov L.A., Voronin V.V. Modifitsirovannye betony dvoynogo strukturoobrazovaniya [Modified concretes of double structuring]. Moskva: Izdatel'stvo Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov, 2017. 110 p.
13. Pavlov V.F. Stroitel'nye materialy. 2003. №8. pp. 28-30.